

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Naoki MATSUMOTO, et al.

Serial No. : 10/618,603

Group Art Unit : 1763

Filed : July 15, 2003

Examiner :

Title: PLASMA PROCESSING APPARATUS

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

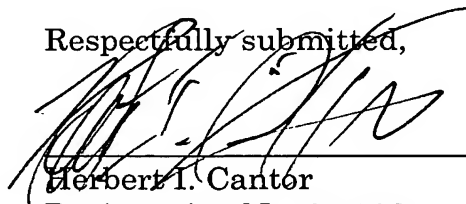
Sir:

The benefit of the filing date of prior foreign application No. 2002-207310, filed in Japan on July 16, 2003, is hereby requested and the right of priority under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of the original foreign application.

October 21, 2003

Respectfully submitted,


Herbert I. Cantor
Registration No. 24,392

CROWELL & MORING, LLP
P.O. Box 14300
Washington, DC 20044-4300
Telephone No.: (202) 624-2500
Facsimile No.: (202) 628-8844

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月16日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-207310

[ST.10/C]:

[JP 2002-207310]

出 願 人

Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

2003年 4月11日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎

出証番号 出証特2003-3025402

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP010264

【提出日】 平成14年 7月16日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 プラズマ処理装置

【請求項の数】 15

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内

 【氏名】 松本 直樹

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内

 【氏名】 興水 地塩

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内

 【氏名】 本郷 俊明

【特許出願人】

 【識別番号】 000219967

 【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100077517

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 石田 敬

 【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

 【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100089901

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉井 一男

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【選任した代理人】

【識別番号】 100081330

【弁理士】

【氏名又は名称】 樋口 外治

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 処理チャンバ内にマイクロ波を供給してプラズマを発生させ、該プラズマに基づき被処理体を処理するプラズマ処理装置であって；

前記プラズマが生成すべき領域を介して前記被処理体と対向する処理チャンバの天板に、該天板を貫通して処理チャンバ内に至る少なくとも 1 つのアンテナが配置されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】 処理チャンバ内にマイクロ波を供給してプラズマを発生させ、該プラズマに基づき被処理体を処理するプラズマ処理装置であって；

前記処理チャンバを画するチャンバ壁に、天板を挟むようにして該チャンバ壁を貫通して処理チャンバ内に至る少なくとも 1 つのアンテナが配置されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 3】 処理チャンバ内にマイクロ波を供給してプラズマを発生させ、該プラズマに基づき被処理体を処理するプラズマ処理装置であって；

前記処理チャンバが、前記プラズマが生成すべき領域を介して前記被処理体と対向する天板を有し、且つ、該天板が金属またはシリコンをベースとする材料から構成されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 4】 前記アンテナが、チャンバ壁外に配置された導波管または共振器から電圧を引き出すための電圧引き出し棒と、該電圧引き出し棒を囲む絶縁体とから構成される請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】 前記処理チャンバ内に、1 本以上のアンテナが、直線状および／又は曲線状に配置されている請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】 前記電圧引き出し棒の引き出し位置が、前記導波管の終端から、 $\{(1 + 2m) / 2\} \lambda_g \pm (1 / 4) \lambda_g$ (λ_g は管内波長、 m は整数) の位置に配置されている請求項 4 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 7】 前記電圧引き出し棒の太さが、マイクロ波の進行方向に沿って変化する請求項 4 または 6 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 8】 前記電圧引き出し棒の前記導波管または共振器内への突出の程度を変化させるためのチューナーが配置される請求項 4 または 6 ～ 7 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 9】 前記電圧引き出し棒自体を移動させて、導波管または共振器とプラズマとの結合度を可変とする機構が配置される請求項 4 または 6 ～ 8 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 10】 前記電圧引き出し棒と、前記絶縁体との間に絶縁性の流体が循環される請求項 4 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 11】 前記電圧引き出し棒と、前記天板との間の距離を可変する機構が配置されている請求項 4 または 6 ～ 10 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 12】 前記天板の少なくとも 1 箇所に、生成したプラズマの状態をモニターするための計測器が配置されている請求項 1 ～ 11 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 13】 前記天板が、処理チャンバ内に供給されるべきガスが通過するための複数の孔を有する請求項 1 ～ 12 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 14】 前記被処理体を載置するためのサセプターが処理チャンバ内に配置され、更に該サセプターにバイアスが印加可能とされている請求項 1 ～ 13 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項 15】 前記処理チャンバ内のグラウンドラインの少なくとも一部が開放され、該開放部からのマイクロ波電界のグラウンドライン外部への放射により、処理チャンバ内にプラズマが生成される請求項 1 ～ 14 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子デバイス等を作製するために、被処理体（電子デバイス用基材等）に対してプラズマ処理を行うに際して、好適に使用可能なプラズマ処理装置

に関する。より詳しくは、本発明は、効率が高く且つ高密度のプラズマを生成することが可能なプラズマ処理装置に関する。

【 0 0 0 2 】

本発明のプラズマ処理装置は、被処理体（例えば、半導体ないし半導体デバイス、液晶デバイス等の電子デバイス材料）のプラズマ処理に広く一般的に適用可能である。

【 0 0 0 3 】

【従来の技術】

近年、半導体デバイスを始めとする電子デバイスの高密度化および高微細化に伴い、これらの電子デバイスの製造工程において、成膜、エッチング、アッシング等の種々の処理のためにプラズマ処理装置が使用される場合が増大している。このようなプラズマ処理を用いた場合には、電子デバイスの製造工程において、高精度なプロセス制御が容易であるという一般的な利点がある。

【 0 0 0 4 】

例えば、半導体デバイス（通常は比較的処理面積が小さい）の製造と比較して、液晶デバイス（LCD）の製造においては、処理すべき被処理材料（例えば、ウエハ）が大口径のものであることが多い。したがって、液晶デバイスの製造にプラズマ処理装置を使用する場合には、特にプラズマ処理に使用すべきプラズマが大面積に渡って、均一で且つ高密度であることが要請される。

【 0 0 0 5 】

従来より、プラズマ処理装置としては、CCP（平行平板プラズマ）処理装置およびICP（誘導結合プラズマ）処理装置が使用されて来た。

【 0 0 0 6 】

これらのうち、CCP処理装置においては、通常は、平行平板の一方を構成する上部電極としてプロセスガスのより均一化した流れを与えるためのシャワーヘッド構造を有するSi基板を有し、平行平板の他方たる下部電極側にバイアスを印加できるサセプターを有する処理チャンバが用いられる。この場合のプラズマ処理においては、上記サセプター上に処理を行うべき基板（被処理体）を載置して、上記した上部電極および下部電極間でプラズマを生成させ、該プラズマに基

づき基板に対して所望のプロセス処理を行う。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、このCCP処理装置においては、他のプラズマ源に比べて、プラズマ密度が低く、イオンフラックスを充分に取り難いため、被処理体（ウェハ等）に対する処理速度が低い傾向がある。また平行平板に対する電源の周波数を高めたとしても、平行平板を構成する電極面内の電位分布が出現するため、プラズマおよび／又はプロセスの均一性が低下し易い。加えて、CCP処理装置においてはSi電極の消耗が激しいため、COC（Cost of Consumable；消耗品コスト）に関しても、コストが高くなる傾向がある。

【 0 0 0 8 】

他方、上述したICP処理装置においては、通常は、処理チャンバの上部側に位置する誘電体天板上（すなわち、処理チャンバの外側）に高周波を供給すべきターンコイルを配置し、該コイルの誘導加熱により天板直下にプラズマを生成し、該プラズマに基づき、被処理体のプロセス処理を行う。

【 0 0 0 9 】

このような従来のICP処理装置においては、処理チャンバ外側のターンコイルに高周波を供給して（誘電体天板を介して）処理チャンバ内にプラズマを生成する。したがって、基板（被処理体）が大口径化すると、真空封止のため処理チャンバに機械的強度が必要になり、誘電体天板の厚みを増大せざるを得ないため、コストが高くなる。加えて、誘電体天板の厚みを増大させると、ターンコイルからプラズマへの電力の伝送効率が低下するため、コイルの電圧を高く設定せざるを得ない。このため、誘電体天板自体がスパッタされる傾向が強まり、上記のCOCも悪化する。更には、このスパッタにより生成した異物が基板に堆積し、プロセス性能を悪化させる恐れがある。またターンコイル自身もサイズを大きくする必要があるため、このような大サイズのコイルに給電するための高出力の電源が必要となる。

【 0 0 1 0 】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、従来技術においては、特に液晶デバイス等の用途のために大

面積の被処理体进行处理する場合に、高効率で且つ高密度のプラズマを生成することが可能なプラズマ処理装置は実現されていなかった。

【 0 0 1 1 】

本発明の目的は、上記した従来技術の欠点を解消したプラズマ処理装置を提供することにある。

【 0 0 1 2 】

本発明の他の目的は、大面積の被処理体进行处理する場合であっても、高効率で且つ高密度のプラズマを生成することが可能なプラズマ処理装置を提供することにある。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

本発明者は鋭意研究の結果、処理チャンバを画するチャンバ壁および／又は天板を特定の構成として、処理チャンバ内にマイクロ波を供給することが、上記目的の達成のために極めて効果的なことを見出した。

【 0 0 1 4 】

本発明のプラズマ処理装置は上記知見に基づくものであり、より詳しくは、処理チャンバ内にマイクロ波を供給してプラズマを発生させ、該プラズマに基づき被処理体进行处理するプラズマ処理装置であって；前記処理チャンバを画するチャンバ壁、または前記プラズマが生成すべき領域を介して前記被処理体と対向する処理チャンバの天板に、該チャンバ壁または天板を貫通して処理チャンバ内に至る少なくとも1つのアンテナが配置されていることを特徴とするものである。

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、更に、処理チャンバ内にマイクロ波を供給してプラズマを発生させ、該プラズマに基づき被処理体进行处理するプラズマ処理装置であって；前記処理チャンバが、前記プラズマが生成すべき領域を介して前記被処理体と対向する天板を有し、且つ、該天板が金属またはシリコンをベースとする材料から構成されていることを特徴とするプラズマ処理装置が提供される。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

以下、必要に応じて図面を参照しつつ本発明を更に具体的に説明する。以下の記載において量比を表す「部」および「%」は、特に断らない限り質量基準とする。

【 0 0 1 7 】

(プラズマ処理装置の一態様)

本発明のプラズマ処理装置においては、処理チャンバ内にマイクロ波を供給してプラズマを発生させて被処理体を処理する。本発明の一態様においては、処理チャンバを構成する天板が金属またはシリコンをベースとする材料から構成される。天板を金属をベースとする材料で構成する場合には、少なくとも、該天板の処理チャンバ内部に面する側は、絶縁体で被覆される。

【 0 0 1 8 】

このように、天板を金属またはシリコンをベースとする材料で構成することにより、この天板をシャワーヘッド構造（すなわち、天板が、処理ガス通過用の複数の孔を有する）とすることが容易となり、該シャワーヘッド構造に基づき、プラズマ処置中における反応ガスの分圧および／又は組成等が均一となって、プラズマ処置における均一性を更に向上させることが可能となる。

【 0 0 1 9 】

更に、天板を金属をベースとする材料で構成する場合には、下部電極との容量結合に基づきプラズマの着火がより容易となり、且つ、プラズマの引き込み制御もより容易となる。

【 0 0 2 0 】

他方、天板をシリコンをベースとする材料で構成する場合には、処理チャンバ内におけるパーティクル防止が、更に容易となる。

【 0 0 2 1 】

(アンテナ配置)

図 1 は、本発明のプラズマ処理装置の構成の一態様を示す模式断面図であり、図 2 は、図 1 におけるアンテナ配置を、より具体的に示す模式斜視図である。

【 0 0 2 2 】

図 1 および図 2 を参照して、このような態様における真空容器としての処理チ

チャンバ 1 は、例えば直方体状（液晶デバイス材料を処理する場合）に形成されている。処理チャンバ 1 は、前記プラズマが生成すべき領域 P を介して被処理体 2（ウエハ等）と対向する天板 3 を有している。この態様においては、天板 3 は、金属またはシリコンをベースとする材料で構成される。処理チャンバ 1 は、この天板 3 と、チャンバ壁 1 a とから構成される。

【 0 0 2 3 】

更に、処理チャンバ 1 の上部には、エッチング用の反応性ガスや C V D（化学気相堆積）用の原料ガスなどのプロセスガスや A r 等の希ガスなどのガスを処理チャンバ 1 内へ供給するためのガス導入管 4 が接続され、他方、処理チャンバ 1 の下部には、処理チャンバ 1 内を排気するための排気管 5 および排気ポンプ 6 が接続されており、この排気ポンプ 6 の作動によって処理チャンバ 1 内が所望の圧力に保たれている。この処理チャンバ 1 は、直方体状に限らず、円筒形状に形成されていてもよい。

【 0 0 2 4 】

処理チャンバ 1 内には、基板ステージ 7 が設けられ、この基板ステージ 7 上にエッチング、C V D 処理等が行なわれる上記被処理体（ウエハ等）2 が載置されている。

【 0 0 2 5 】

この態様においては、天板 3 に、該天板 3 を貫通して処理チャンバ内に至るアンテナ 8 が配置されている。本発明において、アンテナ 8 は、少なくとも 1 本配置されていればよい。

【 0 0 2 6 】

図 1 および図 2 を参照して、天板 3 上には、例えば 2 . 4 5 G H z のマイクロ波を発生するマイクロ波電源部 1 0 に接続された導波路 1 1 が設けられている。この導波路 1 1 は、同軸空洞共振器 1 1 a と、この同軸空洞共振器 1 1 a の上面に一端側が接続された円筒形導波管 1 1 b と、この円筒形 1 1 b の上面に接続された同軸導波変換器 1 1 c と、この同軸導波変換器 1 1 c の側面に直角に一端側が接続され、他端側がマイクロ波電源部 1 0 に接続された矩形導波管 1 1 d とを組み合わせて構成されている。

【 0 0 2 7 】

ここで本発明ではUHFとマイクロ波とを含めて高周波領域と呼んでおり、高周波電源部より供給される高周波電力は300MHz以上のUHFや1GHz以上のマイクロ波を含む、300MHz以上2500MHz以下のものとし、これらの高周波電力により発生されるプラズマを高周波プラズマと呼ぶものとする。

前記円筒形導波管11bの内部には、導電性材料よりなる軸部15が、その一端側が天板3のほぼ中央に接続し、他端側が円筒形導波管11bの上面に接続するように同軸状に設けられており、これにより円筒形導波管11bは同軸導波管として構成されている。

【 0 0 2 8 】

図2の態様において、マイクロ波電源部10から矩形導波管11d等を伝送されるマイクロ波は、共振器11a内に複数設けられた孔16内に配置された電圧引き出し棒17に分配される。通常、電圧引き出し棒17は絶縁管（例えば石英管）18で囲まれるようにして保護され、電圧引き出し棒17がプラズマと直接に接触しないように構成されている。また、この絶縁管18とOリング（図示せず）により、処理チャンバ1側は真空封止される。他方、電圧引き出し棒17は、絶縁物20（例えば、ポリテトラフルオロエチレン）により、孔16に対して支持されている。共振器11a内における電圧引き出し棒17の「棒の高さ」（突出の程度）により、マイクロ波から電圧引き出し棒17への引き出し電位が変化する。

【 0 0 2 9 】

図2の態様において、電圧引き出し棒17と絶縁管18からなる伝送線路でマイクロ波は伝播し、絶縁管18外壁表面での電界強度が「しきい値」に達すると、処理チャンバ1内で、プラズマ生成領域P（図1）においてプラズマが着火する。マイクロ波導波線路から、個々の電圧引き出し棒17への電力の分配は、共振器11a内におけるそれぞれの電圧引き出し棒17の「棒の高さ」（突出の程度）により、調整できる。

【 0 0 3 0 】

プラズマ着火後、電源側の図示しない可変容量たるチューナー（例えば、スタ

ブチューナ) によりマッチングを取ることで、反射電力が電源にリターンしないように制御することが好ましい。

【 0 0 3 1 】

図 3 の模式斜視図に示すように、矩形導波管 1 1 d から、共振器 1 1 a に対して直接にマイクロ波給電することもできる。

【 0 0 3 2 】

また、電圧引き出し棒 1 7 と絶縁管 1 8 の隙間に絶縁気体または絶縁液体を循環させることにより、電圧引き出し棒 1 7 を冷却できる。

【 0 0 3 3 】

上述したように、上記構成を有するプラズマ源を、金属またはシリコンをベースとする天板を有する処理チャンバ 1 内に設置したとき、大口径・均一なプラズマを容易に得ることができる。

【 0 0 3 4 】

(アンテナ配置の他の態様)

図 4 の模式斜視図に、アンテナ配置の第 2 の態様を示す。この図 4 の態様においては、アンテナ (導電性ロッド) は、チャンバ壁 1 a に「片持ちばり」状態で保持された形態となっている以外は、図 2 の構成と同様である。

【 0 0 3 5 】

(複数アンテナ配置の一態様)

図 4 の模式斜視図を参照しつつ、複数アンテナ配置の他の態様について説明する。この態様においては、電圧引き出し棒 1 7 と絶縁管 1 8 からなる伝送線路が、(天板 3 ではなく) チャンバ壁 1 a を貫通して、チャンバ壁 1 a に「片持ちばり」状態で保持されるように配置されている。導波管 1 1 d における電圧引き出し棒 1 7 の電圧引き出し位置は、効率良く高電位を引き出せる点からは、導波管の終端から、 $\{(1 + 2m) / 2\} \lambda_g \pm (1 / 4) \lambda_g$ (λ_g は管内波長、 m は整数) の位置に配置することが好ましい。プラズマの吸収により導波管の管内波長が変化した場合には、例えば、導波管終端面をプランジャー等を用いて微調整することにより、引き出し電位を変化させることができる。

【 0 0 3 6 】

電圧引き出し棒 1 7 の長さ、形状、配置の態様等は特に制限されないが、必要に応じて、電圧引き出し棒 1 7 の太さを変化させることにより、プラズマとの結合度を変化させることができる。また、必要に応じて、電圧引き出し棒 1 7 の太さを、マイクロ波の進行方向に変化させてもよい。

【 0 0 3 7 】

図 5 の模式斜視図に、アンテナ配置の第 3 の態様を示す。この図 5 の態様においては、アンテナ（導電性ロッド）は、左右のチャンバ壁 1 a にそれぞれ「片持ちばり」状態で保持された形態となっている以外は、図 4 の構成と同様である。

【 0 0 3 8 】

（チャンバ壁貫通の態様）

図 6 ～図 8 の模式斜視図に、左右のチャンバ壁 1 a を貫通するように、アンテナを配置した態様を示す。これらの態様においては、アンテナが左右のチャンバ壁 1 a を貫通するように配置された以外は、上述した図 1 ～ 5 の態様と同様である。なお、図 8 の態様においては、図 7 の態様とは異なり、左右のチャンバ壁から導入されるべきマイクロ波の進行方向が逆方向である。

【 0 0 3 9 】

このような「貫通」の態様は、アンテナ位置のズレを小さくする点から有利である。

【 0 0 4 0 】

（シャワーヘッド）

上述した図 4 ～図 8 のように、少なくとも 1 つのチャンバ壁 1 a を貫通するようにアンテナを配置した場合には、更に、図 9 に示すように、天板 3 を「シャワーヘッド」構造とすることが容易である。このような態様は、処理チャンバ 1 内のガス組成、濃度等の均一性を向上させる点から有利である。

【 0 0 4 1 】

（天板の形状）

図 1 0 ～ 1 3 の模式斜視図に、天板形状の他の態様を示す。これらの図面においては、天板 3 の形状を変化させて、電圧引き出し棒 1 7 - 天板 3 間の距離を（該電圧引き出し棒 1 7 の長手方向に）不均等に分布させている。これらの図にお

ける天板 3 の形状を、電圧引き出し棒 1 7 のアレイ間で不均等に分布させる（すなわち、該電圧引き出し棒 1 7 の長手方向とは垂直方向に不均等に分布させる）ように構成してもよい。

【 0 0 4 2 】

上記したうち、図 1 0 または図 1 1 に示したように天板 3 の中心部をせり出させて、天板 3 - 電圧引き出し棒 1 7 間の距離を周辺部のものより狭くすることで、電圧引き出し棒 1 7 と天板 3 との容量結合性を増大させ、着火時の電界強度を高め、且つプラズマの生成領域を限定させることができる。例えば、R I E（反応性イオンエッチング）処理を目的とする場合には、基板面に対向する天板 3 の領域でバイアス分布を均一にすることができる。

【 0 0 4 3 】

また、図 1 1 の模式斜視図に示すように、電圧引き出し棒 1 7 の配列を、その中心部が天板 3 に近づくような分布にすることにより、図 1 0 の効果と同様に、電圧引き出し棒 1 7 と天板 3 との容量結合性を増大させ、着火時の電界強度を高め、且つプラズマの生成領域を限定させることができる。

【 0 0 4 4 】

上記とは逆に、図 1 2 の模式斜視図に示すように、天板 3 の中心部を引き上げて、天板 3 - 電圧引き出し棒 1 7 間の距離が周辺部のものより広くすると、周辺部の電圧引き出し棒 1 7 - プラズマ間の容量結合を増大させることになるため、プラズマは周辺で生成される。例えば、ラジカル処理を目的とする場合には周辺でプラズマを生成して、拡散により基板面での処理を均一にすることができる。

【 0 0 4 5 】

また図 1 3 の模式斜視図に示すように、電圧引き出し棒 1 7 の配列を、その中心部が天板 3 とは離れるような分布にさせることは、周辺部の電圧引き出し棒 1 7 - プラズマ間の容量結合を増大させることになるため、プラズマを周辺で生成することができる。

【 0 0 4 6 】

（天板からの距離の変化）

図 1 4 および図 1 5 の模式斜視図に示すように、必要に応じて、各電圧引き出

し棒 1 7 の、天板 3 からの距離を変化させてもよい。このような態様においては、各電圧引き出し棒 1 7 の天板 3 からの距離に応じて、例えば、いずれか 1 つの電圧引き出し棒 1 7 a をプラズマ着火用の電圧引き出し棒として、他の電圧引き出し棒 1 7 b を定常プラズマ維持用の電圧引き出し棒とすることができる。

【 0 0 4 7 】

(無反射終端器の配置)

本発明のプラズマ処理装置においては、必要に応じて、マイクロ波の伝送線路の終端に、無反射終端器 2 0 を配置してもよい。このような構成の一態様を、図 1 6 の模式断面図に示す。

【 0 0 4 8 】

この図 1 6 においては、処理チャンバ 1 内に複数配置された電圧引き出し棒 1 7 を対向するチャンバ壁 1 a を貫通するように配置し、更に、これらの電圧引き出し棒 1 7 の終端に、無反射終端器 2 0 を配置している。

【 0 0 4 9 】

(アンテナを可動とする態様)

プロセス・ガス・圧力・電力等の条件に応じて、各電圧引き出し棒 1 7 の位置を可動としてもよい。このような態様の例を、図 1 7 ～図 2 0 の模式平面図に示す。これらの態様においては、例えば、外部から位置制御可能なチューナー 2 1 を絶縁性ガイシ 2 2 で支持して配置し、必要に応じて、このチューナー 2 1 を駆動させて電圧引き出し棒 1 7 の位置を変化させ、処理チャンバ 1 内のプラズマ分布を変化させることができる。

【 0 0 5 0 】

この際には、例えば、電圧引き出し棒 1 7 (導電性棒) と絶縁性ガイシ 2 2 の間に電圧引き出し棒 1 7 とはマルチコンタクト等で摺動しつつも、常に低抵抗で接触するように、絶縁性ガイシ 2 2 に支持された導電性治具 (図示せず) を配置すればよい。

【 0 0 5 1 】

図 1 8 においては、絶縁管 1 8 が左右両方のチャンバ壁 1 a に、「片持ちばり」形式で配置されている以外は、図 1 7 の態様と同様である。

【 0 0 5 2 】

図 1 9 においては、絶縁管 1 8 が左右両方のチャンバ壁 1 a に、「貫通」状態で配置されている以外は、図 1 7 の態様と同様である。

【 0 0 5 3 】

図 2 0 においては、導波管 1 1 d に対するマイクロ波の導入方向が左右で逆方向となっている以外は、図 1 9 の態様と同様である。

【 0 0 5 4 】

(センサーの配置)

上述したように、プロセス・ガス・圧力・電力等の条件に応じて、各電圧引き出し棒 1 7 に供給される電力の分配比が変化し、プラズマが不均一になる可能性がある。このような場合には、必要に応じて、プラズマ生成中に外部からプラズマ密度の分布を光電センサー等でモニターし、その結果を可変チューナー 2 1 (図 1 7 ~ 2 0) にフィードバックすることで、可変チューナー 2 1 をプラズマが均一になるように調整して、それぞれの電圧引き出し棒 1 7 とマイクロ波伝送線路 1 1 との結合度を調整し、最終的に全領域にわたってプラズマ分布を均一にすることが容易である。

【 0 0 5 5 】

このような態様の一例を、図 2 1 に示す。この態様においては、チャンバ 1 の天板 3 に受光部 3 0 a を有する光電センサ 3 0 が配置されている。光電センサ 3 0 は、更に電力制御ユニット 3 1 に接続され、この電力制御ユニット 3 1 からのコントロールにより、上記可変チューナー 2 1 をコントロールすることができる。

【 0 0 5 6 】

この場合、例えば、チューナー 2 1 の容量を調節することにより、マイクロ波伝送線路 1 1 と電圧引き出し棒 1 7 との結合は強くして電力は電圧引き出し棒 1 7 に供給することができる。逆にチューナー 2 1 の容量を調節することにより、マイクロ波伝送線路 1 1 と電圧引き出し棒 1 7 との結合を弱くすることもできる。あらかじめプラズマが均一になる条件(チューナーの容量)をプロセス条件ごとにライブラリーを作成しておき、プラズマ着火後そのようにチューナーの容量

を調節することも可能である。

【 0 0 5 7 】

この場合、電圧引き出し棒 1 7 の本数が多い場合には、センサーおよび電圧引き出し棒 1 7 をグルーピングして、それぞれに対応するチューナーの容量を調節してもよい。更には、光電センサーの出力を、プラズマの分布／均一性やプロセス分布／速度（エッチング、CVD等）にデータベースや理論式より換算、所望の結果になるようにチューナーを制御してもよい。

【 0 0 5 8 】

（グランドラインの一部開放）

本発明においては、必要に応じて、処理チャンバ 1 内のグランドライン 3 2 の少なくとも一部を開放させて、その開放部 3 2 a からマイクロ波電界をグランドライン 3 2 の外部に放射させて、チャンバ 1 内にプラズマを生成させ、その開放部 3 2 a の位置によりプラズマ分布を調整してもよい。このようなプラズマ分布の調整により、所望のプラズマ分布をより容易に得ることができる。

【 0 0 5 9 】

このような態様の一例を、図 2 2 および図 2 3 の模式斜視図に示す。これらの図において、グランドライン 3 2 は通常、同軸線路からなる。図 2 2 を参照して、チャンバ 1 内伝送線路のグランドライン 3 2 を、導電性パイプまたはその外部を被覆するめっき処理した絶縁管 3 3 a の内壁と、芯線 3 3 b とからなる同軸線路で形成することができる。その同軸線路の一部分におけるグランドライン 3 2 の被覆をはがすことで、その開放部 3 2 a はインピーダンスの立場から見ると高インピーダンスとなり、電圧が上昇する。この高電位により強電界を発生させ、プラズマを着火することができる。またマイクロ波エネルギーは、この開放部 3 2 a から供給されるため、プラズマはこの地点から外側に電力の増加とともに拡がり始める。すなわち所望のプラズマ分布を得られるように、この開放部 3 2 a の位置を決定することができる。

【 0 0 6 0 】

図 2 3 の構成においては、チャンバ内伝送線路のグランドライン 3 2 の 2 箇所上記した開放部 3 2 a を設けた以外は、図 2 2 の構成と同様である。

【 0 0 6 1 】

【発明の効果】

上述したように本発明によれば、大面積の被処理体を処理する場合であっても、高効率で且つ高密度のプラズマを生成することが可能なプラズマ処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明のプラズマ処理装置の一態様を示す模式断面図である。

【図 2】

図 1 のプラズマ処理装置のアンテナ配置の一態様を具体的に示す模式斜視図である。

【図 3】

図 1 のプラズマ処理装置のアンテナ配置の他の一態様を具体的に示す模式斜視図である。

【図 4】

チャンバ壁にアンテナを「片持ちばり」状態で保持した態様の一例を示す模式斜視図である。

【図 5】

左右のチャンバ壁にアンテナを「片持ちばり」状態で保持した態様の一例を示す模式斜視図である。

【図 6】

左右のチャンバ壁にアンテナを「貫通」状態で保持した態様の一例を示す模式斜視図である。

【図 7】

左右のチャンバ壁にアンテナを「貫通」状態で保持した態様の他の例を示す模式斜視図である。

【図 8】

左右のチャンバ壁にアンテナを「貫通」状態で保持した態様の他の例を示す模式斜視図である。

【図 9】

天板をシャワーヘッド構造とした態様の一例を示す模式斜視図である。

【図 1 0】

天板の形状を変化させた一例を示す模式斜視図である。

【図 1 1】

天板の形状を変化させた他の例を示す模式斜視図である。

【図 1 2】

天板の形状を変化させた他の例を示す模式斜視図である。

【図 1 3】

天板の形状を変化させた他の例を示す模式斜視図である。

【図 1 4】

天板－電圧引き出し棒の間の距離を変化させた態様の一例を示す模式斜視図である。

【図 1 5】

天板－電圧引き出し棒の間の距離を変化させた態様の他の例を示す模式斜視図である。

【図 1 6】

マイクロ波伝送線路の終端に無反射終端器を配置した本発明の態様の一例を示す模式断面図である。

【図 1 7】

電圧引き出し棒の位置を調整可能なチューナーを配置した本発明の態様の一例を示す模式断面図である。

【図 1 8】

電圧引き出し棒の位置を調整可能なチューナーを配置した本発明の態様の一例を示す模式断面図である。

【図 1 9】

電圧引き出し棒の位置を調整可能なチューナーを配置した本発明の態様の一例を示す模式断面図である。

【図 2 0】

電圧引き出し棒の位置を調整可能なチューナーを配置した本発明の態様の一例を示す模式断面図である。

【図 2 1】

処理チャンバ内に光電センサを配置した本発明の態様の一例を示す部分模式断面図である。

【図 2 2】

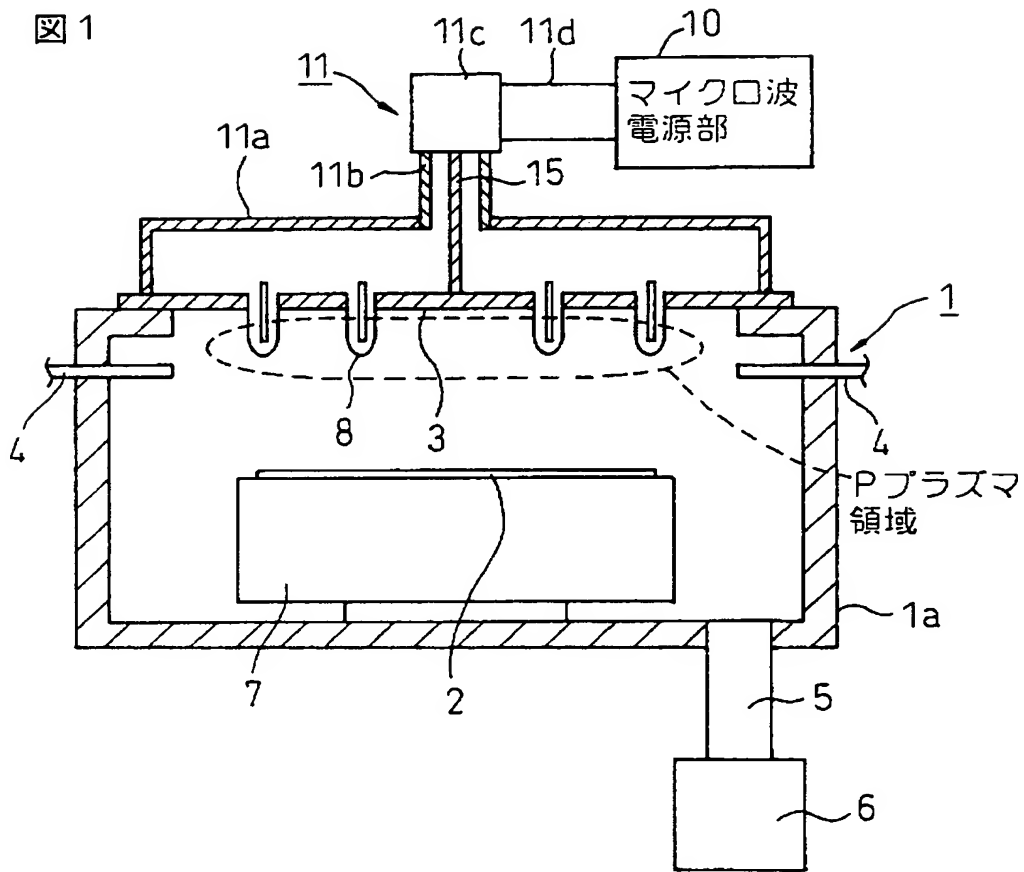
処理チャンバ内のグラウンドラインに開放部を設けた本発明の態様の一例を示す部分模式断面図である。

【図 2 3】

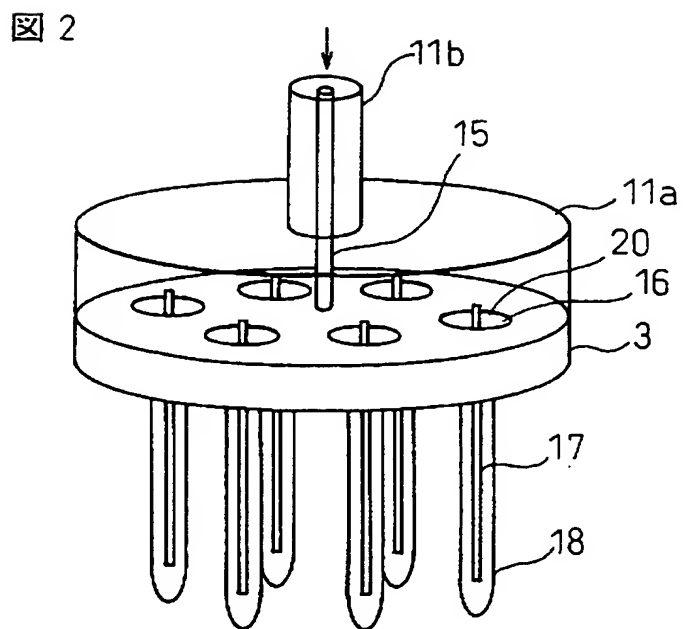
処理チャンバ内のグラウンドラインに開放部を設けた本発明の態様の他の例を示す部分模式断面図である。

【書類名】 図面

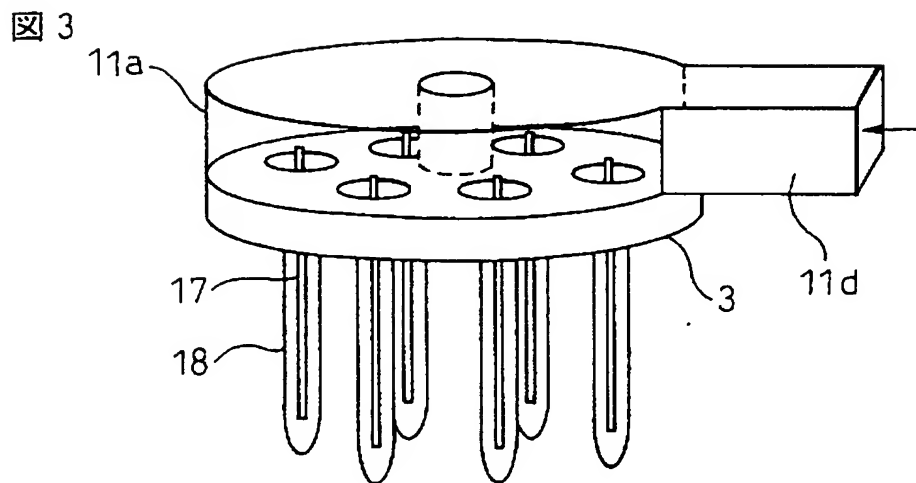
【図 1】



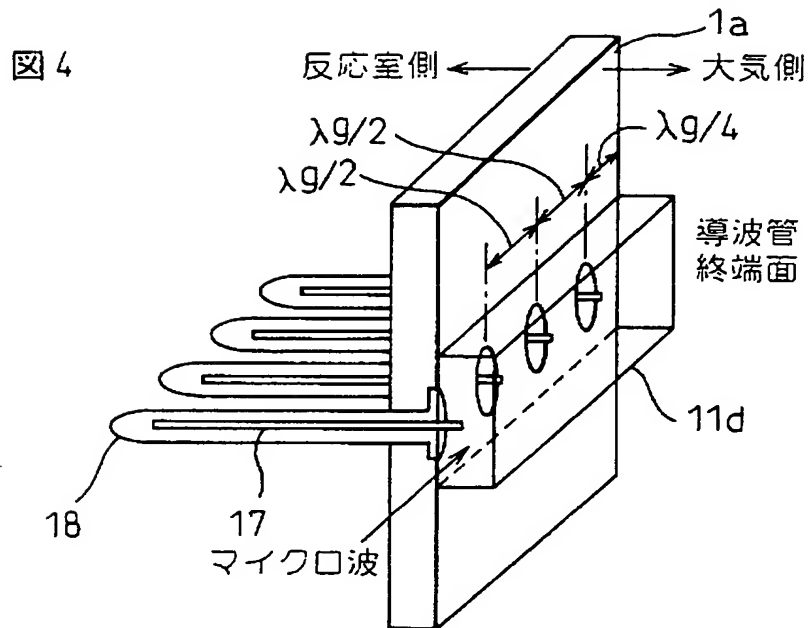
【図 2】



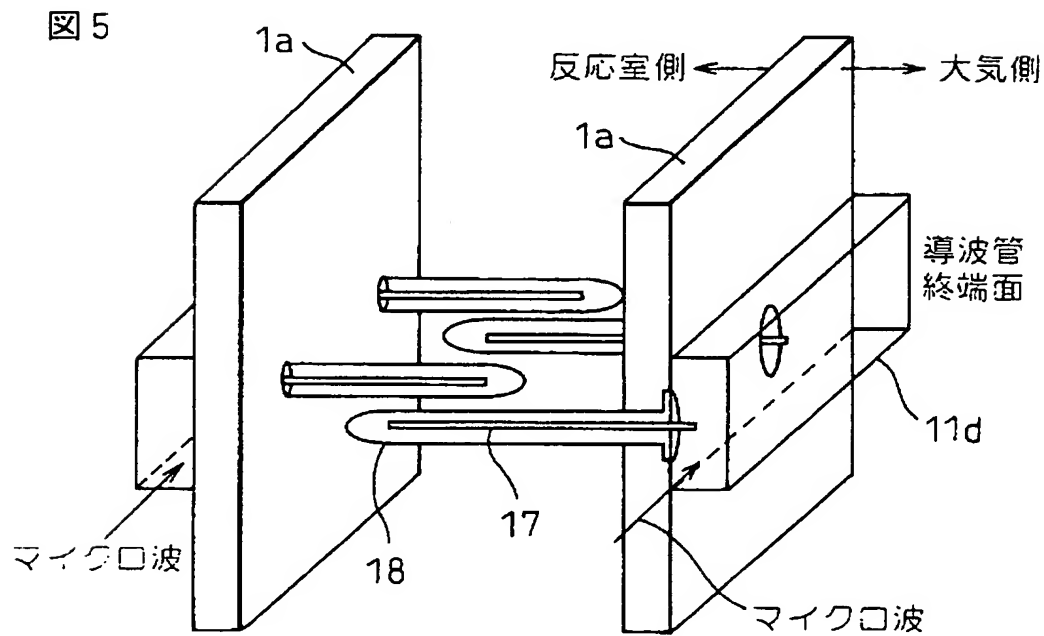
【図 3】



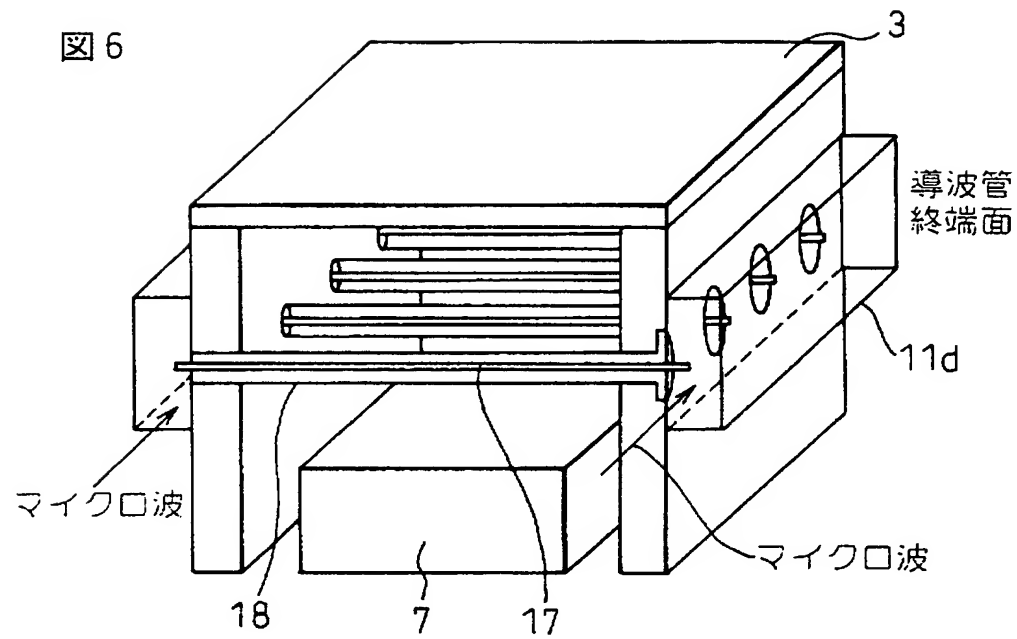
【図 4】



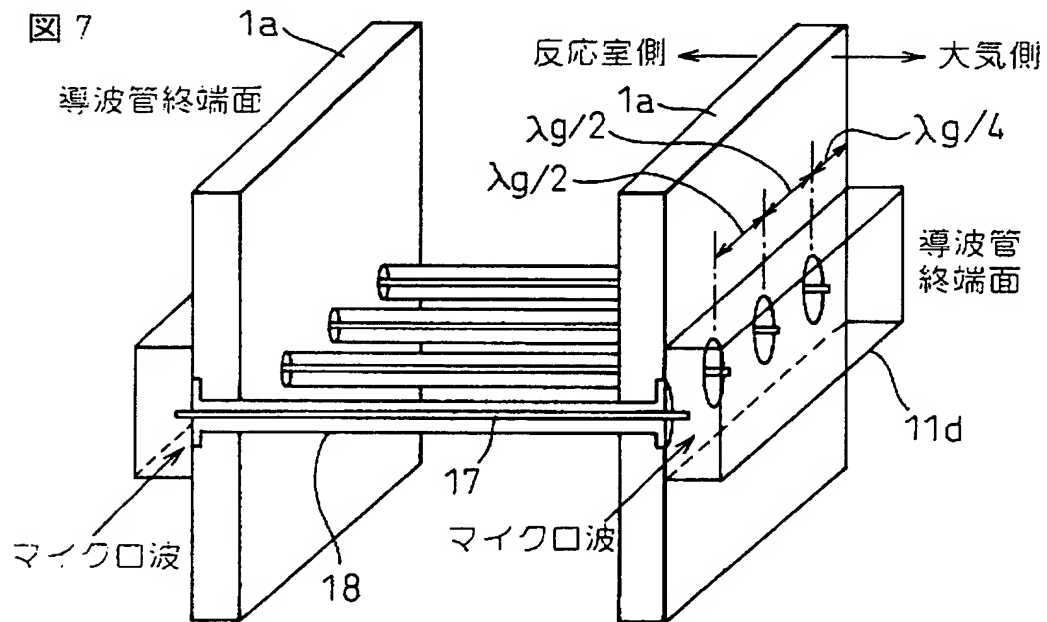
【図 5】



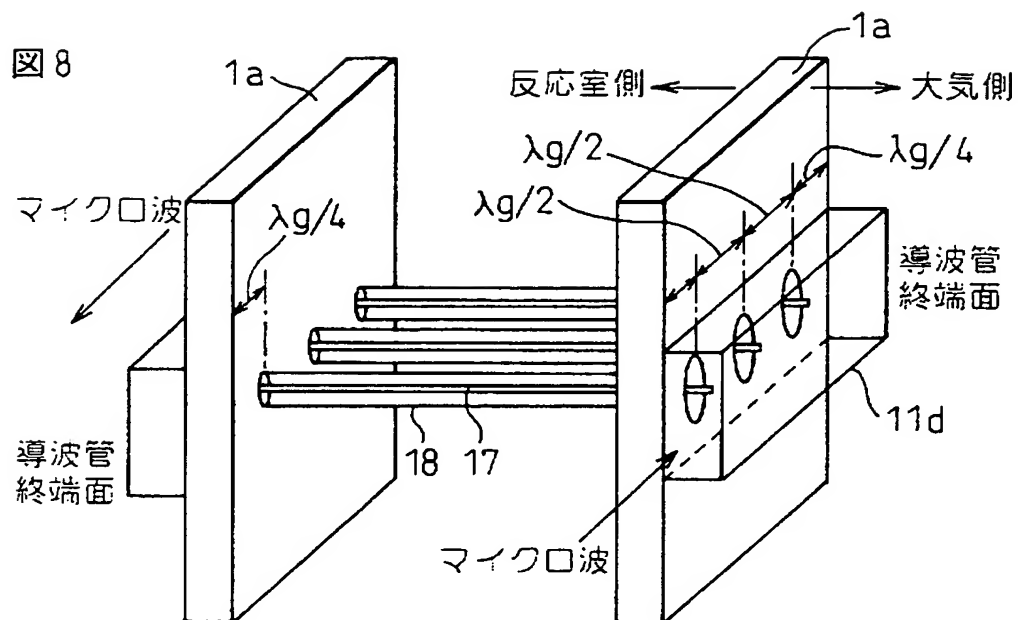
【図 6】



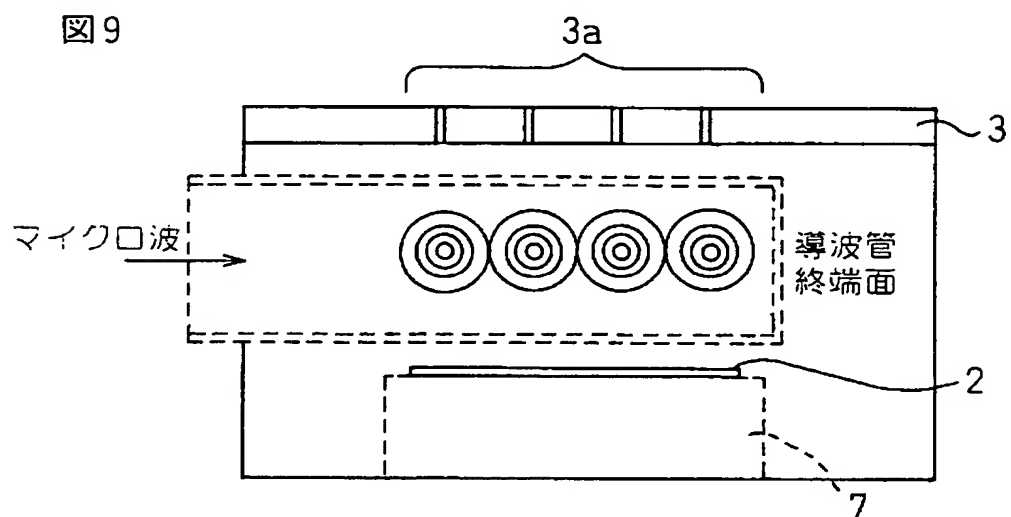
【図 7】



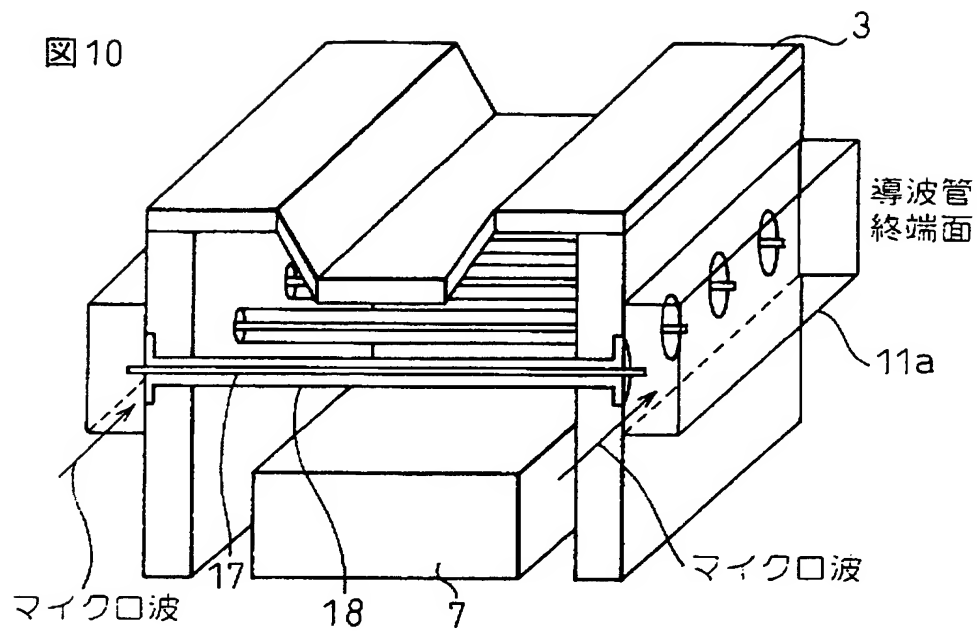
【図 8】



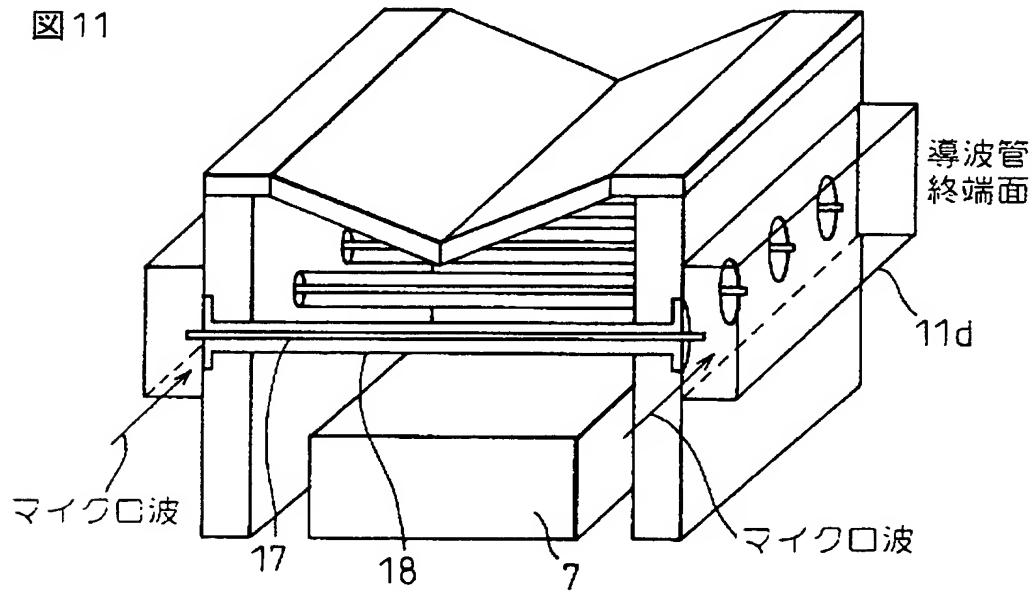
【図 9】



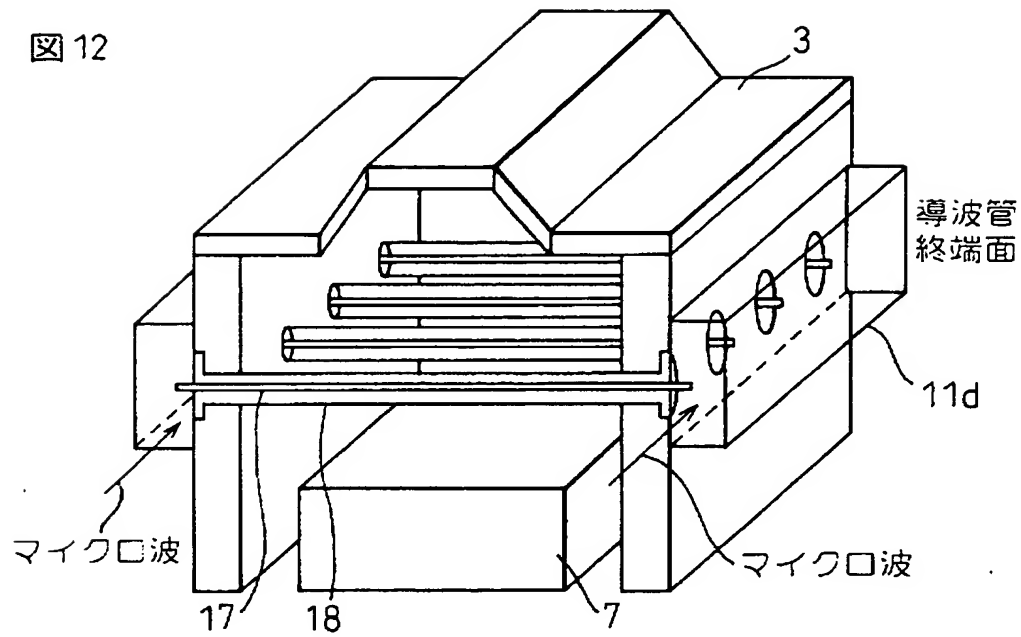
【図 1 0】



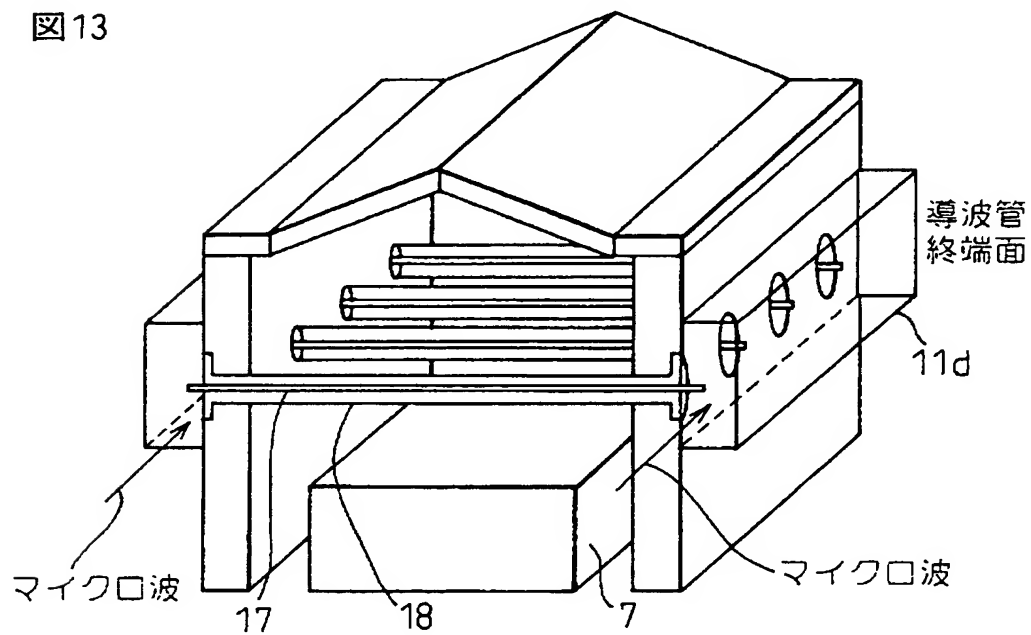
【図 1 1】



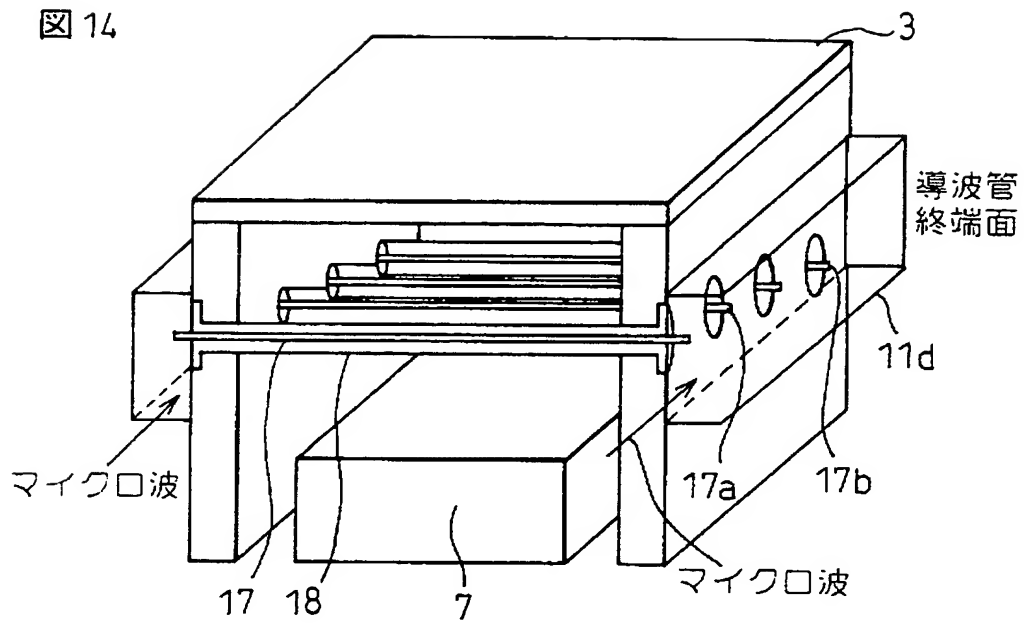
【図 12】



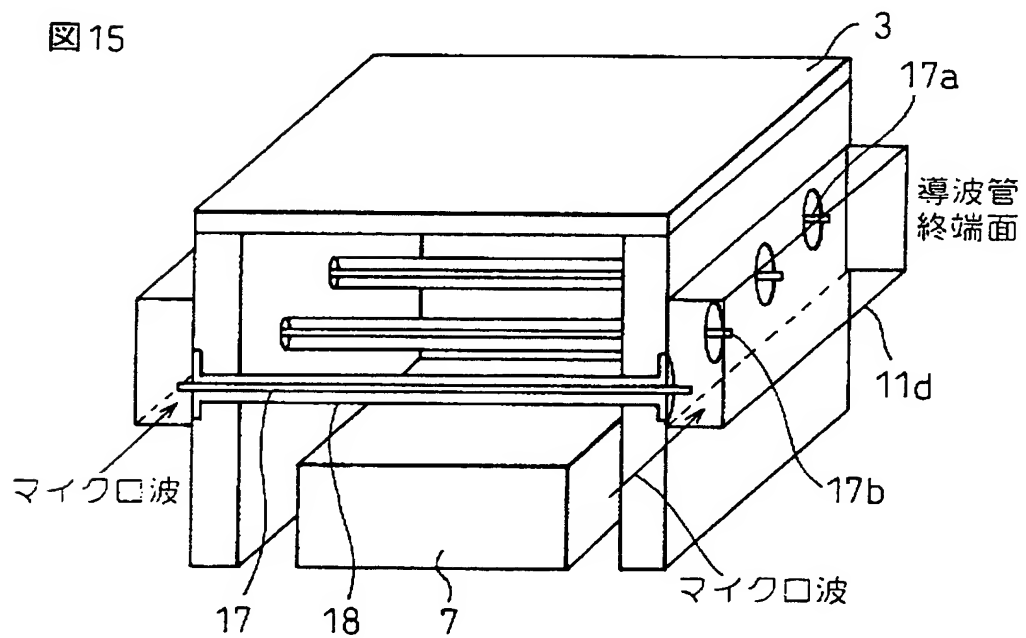
【図 13】



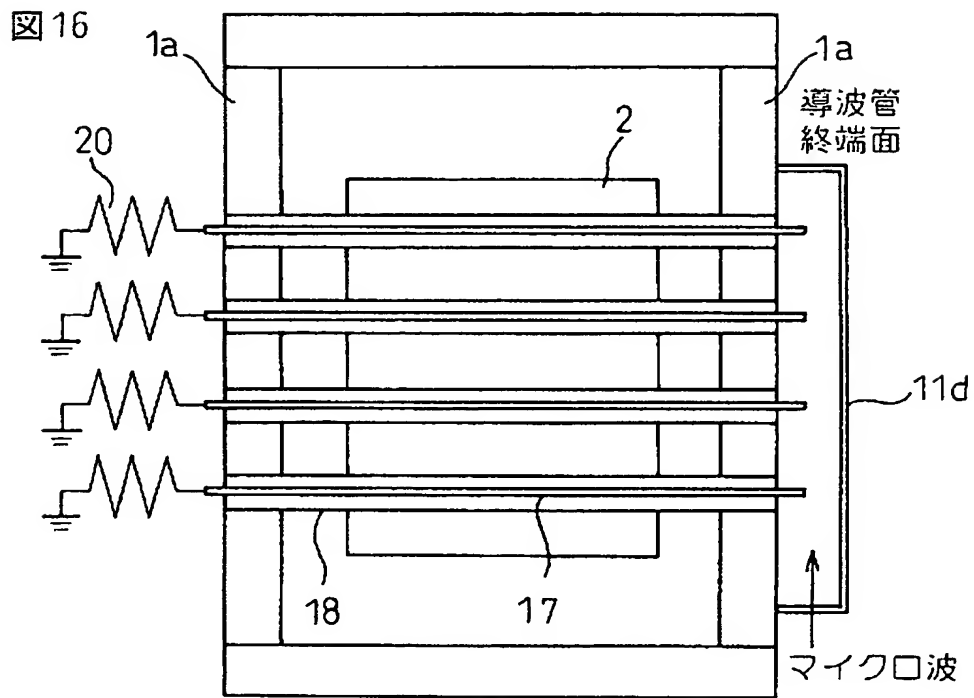
【図 1 4】



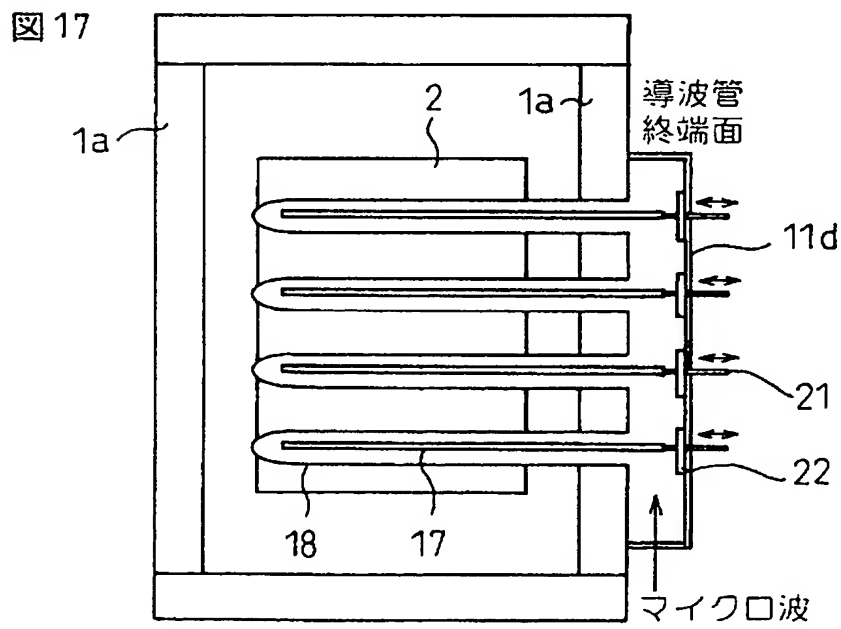
【図 1 5】



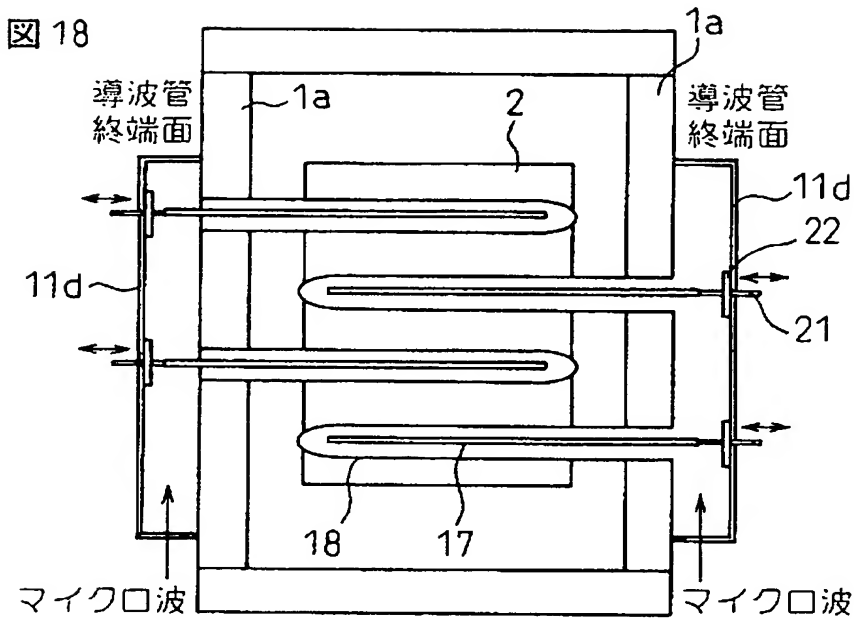
【図 1 6】



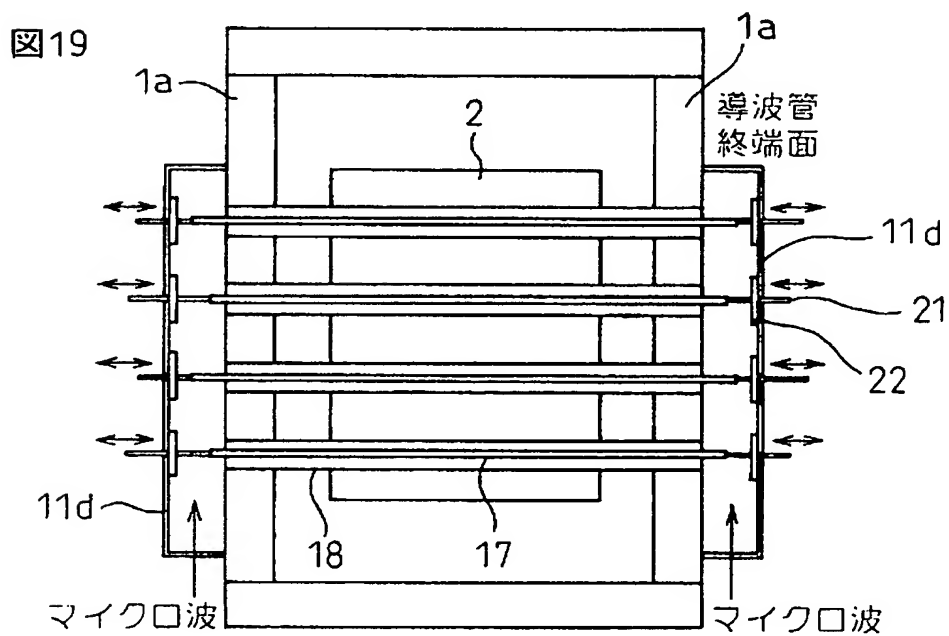
【図 1 7】



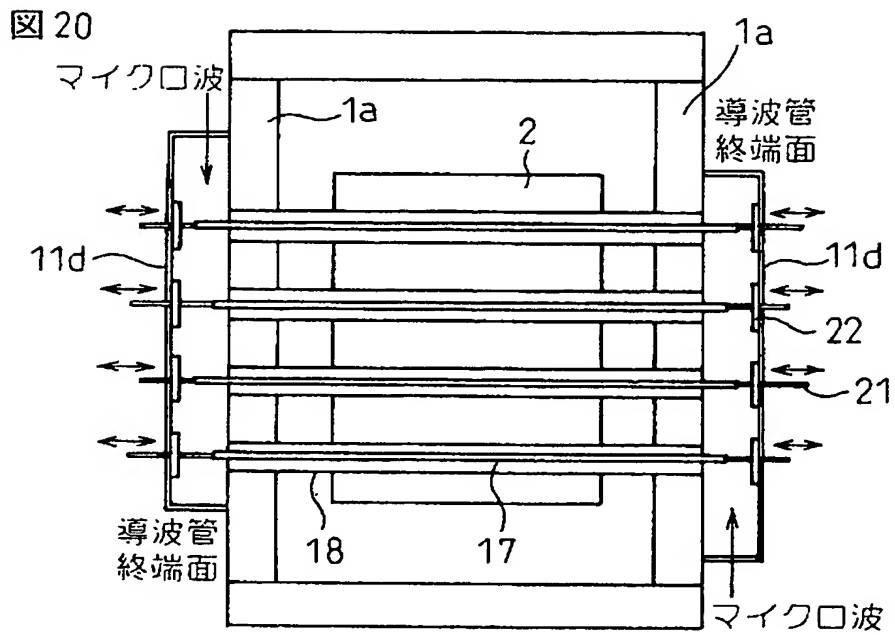
【図 1 8】



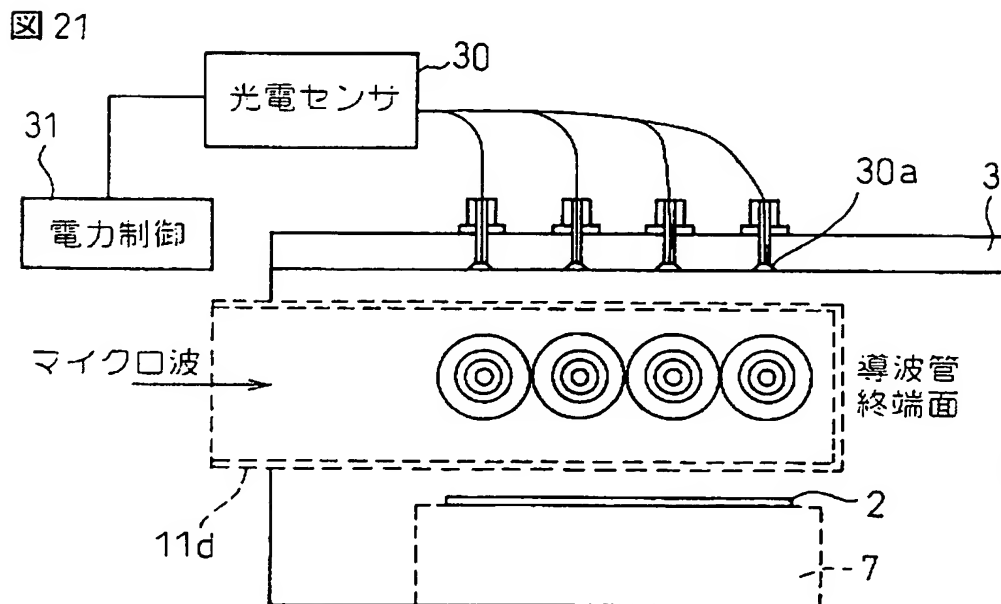
【図 1 9】



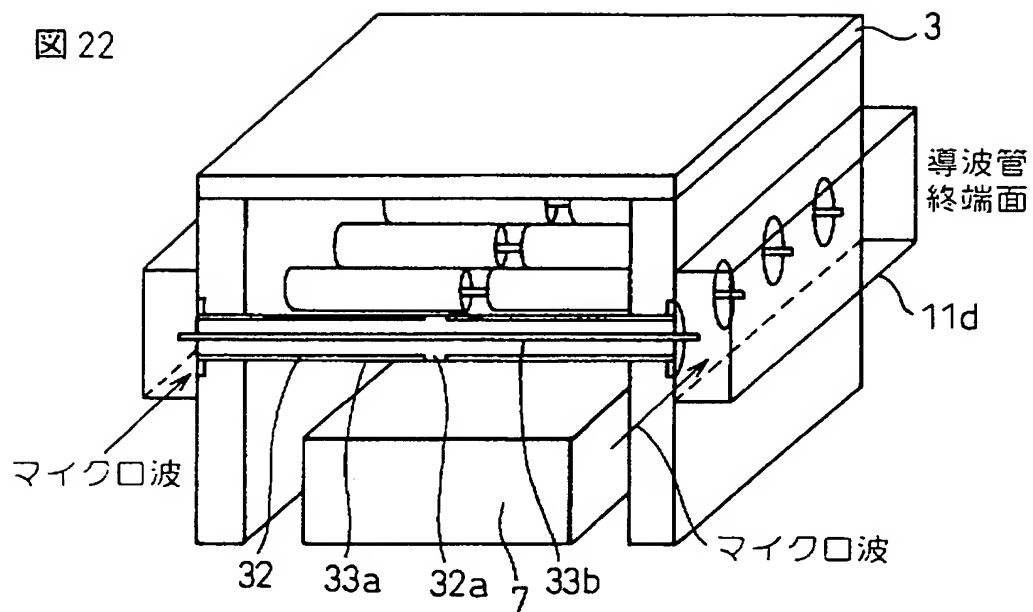
【図 2 0】



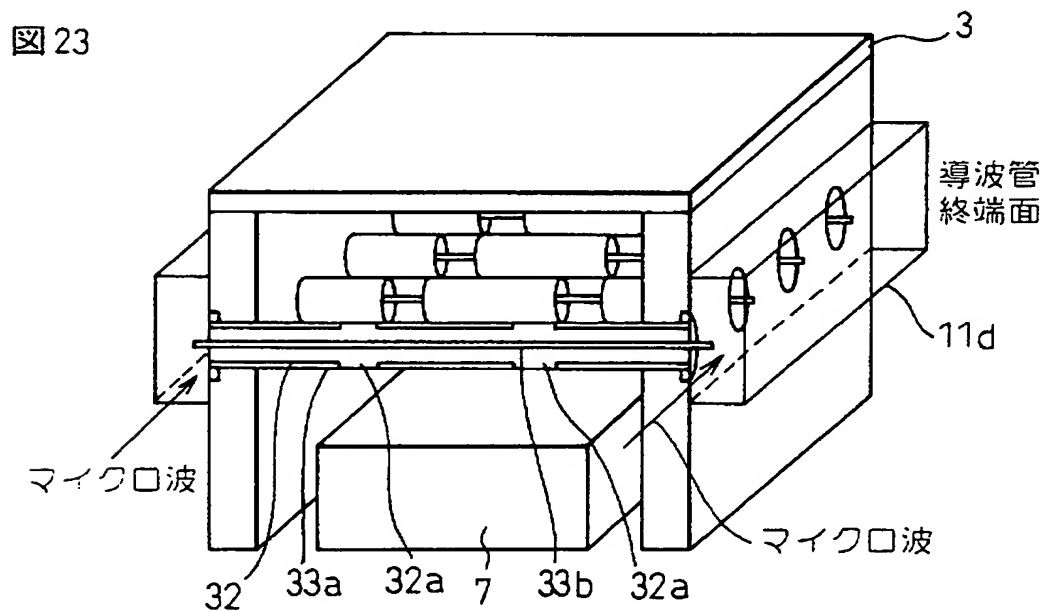
【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 大面積の被処理体を処理する場合であっても、高効率で且つ高密度のプラズマを生成することが可能なプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】 処理チャンバ内にマイクロ波を供給してプラズマを発生させ、該プラズマに基づき被処理体を処理するプラズマ処理装置において、チャンバ壁、またはチャンバ天板に、該チャンバ壁または天板を貫通する少なくとも1つのアンテナを配置する。天板が金属またはシリコンをベースとする材料から構成されていてもよい。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 2 1 9 9 6 7]

1. 変更年月日 1 9 9 4 年 9 月 5 日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名 東京エレクトロン株式会社